

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventor : **Motoyoshi SEKIYA, et al.**  
Filed : **Concurrently herewith**  
For : **OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM**  
Serial No. : **Concurrently herewith**

December 9, 2003


Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**PRIORITY CLAIM AND**  
**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from **Japanese** patent application number **2003-007265** filed **January 15, 2003**, a copy of which is enclosed.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
Thomas J. Bean  
Reg. No. 44,528

Katten Muchin Zavis Rosenman  
575 Madison Avenue  
New York, NY 10022-2585  
(212) 940-8800  
Docket No.: FUJZ 20.770

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   1 月 1 5 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 0 7 2 6 5  
Application Number:

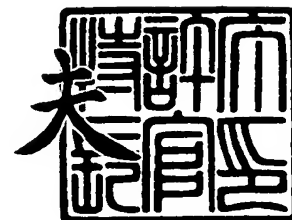
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 3 - 0 0 7 2 6 5 ]

出      願      人            富 士 通 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 3 年   9 月 2 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0251819

【提出日】 平成15年 1月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04J 14/00  
H04J 14/02  
G02B 6/293

【発明の名称】 光伝送方式

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 関屋 元義

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 後藤 了祐

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090011

【弁理士】

【氏名又は名称】 茂泉 修司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023858

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704680

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光伝送方式

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光信号を分岐する分岐部と、  
該分岐した光信号の各チャネル毎の変調帯域内のスペクトルをモニターするモニター部と、  
該スペクトルから伝送路の通過特性の非平坦性を検出する制御部と、  
該光信号に対して該非平坦性を補償する補償部と、  
を備えたことを特徴とする光伝送方式。

【請求項 2】 請求項1において、

該補償部を、該光信号の受信側又は送信側に設けたことを特徴とする光伝送方式。

【請求項 3】 請求項1において、

該モニター部が、光スペクトルアナライザであり、該制御部が、該光スペクトルアナライザをスイープして得られるピーク波長を中心にスペクトルの一次傾斜を求めることにより該非平坦性を検出することを特徴とする光伝送方式。

【請求項 4】 請求項1において、

該モニター部が、該分岐部からの光信号をさらに分岐させるカプラと、該カプラからの光信号をスイープしてピーク波長を中心に一定波長幅だけ離れた光信号成分をそれぞれが抽出する二つの波長可変フィルタと、各波長可変フィルタの出力光信号のパワーを検出して該制御部に与える二つのフォトダイオードとで構成されていることを特徴とした光伝送方式。

【請求項 5】 請求項4において、

該光信号に対してモニター用に所定周波数の強度変調を加える変調部を送信側に設け、各フィルタが該所定周波数に対応した該一定波長幅だけ該ピーク波長から離れた光信号成分を抽出するように設定されていることを特徴とする光伝送方式。

【発明の詳細な説明】

**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は光伝送方式に関し、特に波長多重(WDM)光伝送方式に関するものである。

波長多重光伝送方式では、送信端と受信端の間で光伝送を行うだけでなく、途中のノードにおいても、一部の信号を光のまま挿入(ADD)/分岐(DROP)を行うOADM (Optical Add / Drop Multiplexer) 機能を有することが、低コストでフレキシブルな光ネットワークを構築するために必要とされている。

**【0002】****【従来の技術】**

このような光ネットワークの従来例が図12(1)に示されている。すなわち、送信機Txと受信機Rxとの間には、中継ノード(挿入/分岐機能を有するBack to Back terminal) N#1及びN#2が接続されており、送信機Txと中継ノードN#1との間、中継ノードN#1とN#2との間、さらに中継ノードN#2と受信機Rxとの間は、図示のようにブースタ増幅器BA#1~BA#3、線形光増幅中継器ILA(InLine Amp) #1~#14、及び受信増幅器RA#1~RA#3を経由することによって伝送路における光信号の中継増幅を行っている。

**【0003】**

そして、送信端では、合波器(合分波器)CW1が、送信機Txからの波長の異なるチャネル信号を合波して波長多重を行い、受信端では、分波器(合分波器)CW2が、波長多重された光信号から各チャネル信号を分離して受信器Rxに与えている。

**【0004】**

また、これらの送信機Txと受信機Rxの間では、中継ノードN#1及びN#2において一部のチャネルの光信号をそのまま分岐/挿入したり、そのまま通過(スルー)させたりしている。

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

このように、波長多重光伝送方式においては、送信機Txから受信機Rxの間に、

合分波器や、光増幅器などの光部品が接続されており、チャンネル信号間のレベル差（チルト）が伝送品質に影響を与えるため、特開平10-276173号公報においては、合波後の光信号をモニターし、波長可変フィルタでレベルを測定した結果から、合波前に配置したチャンネル毎の可変光減衰器の減衰量を調整し、チャンネル信号のレベル間偏差を調整するものが既に提案されている。

#### 【 0 0 0 6 】

##### 【特許文献1】

特開平10-276173号公報（要約書、図1）

一方、図12(1)に示した光ネットワークにおいて、送信機Txが配置されている送信端から、受信機Rxが配置されている受信端までの通過特性を測定すると、同図(2)に示すように、波長多重された光信号の内の或る波長 $\lambda_n$ に着目すると、その光信号波長の変調帯域内においては、伝送路通過損失が波長 $\lambda_n$ の例えば右側にずれた所で最小となるため、中心波長 $\lambda_n$ では伝送路通過特性（接線）Fが傾いており、平坦でないことから伝送品質を劣化させることになる。

#### 【 0 0 0 7 】

これを、さらに図13を参照して説明すると、上記のような送信端から受信端までの通過特性が平坦な場合には、同図(1)に示すように中心波長 $\lambda_n$ に対して左右対称な変調スペクトルを示すが、図12(2)及び図13(2)に示すような一定の傾斜角度を持った非平坦な通過特性が生ずる場合には、同図(3)に示すように、変調スペクトルは左右対称でなくなり歪んでしまう。

#### 【 0 0 0 8 】

この結果、同図(1)に示すように変調スペクトルが正常である場合には、同図(4)に示すように、広い歪みの無いアイパターンが得られるが、同図(3)に示すように変調スペクトルが歪んだ場合には、アイパターンも同図(5)に示すような歪んだ形となってしまい信号エラーを発生させることになる。

#### 【 0 0 0 9 】

このような変調帯域内における伝送路通過特性の非平坦性については、特に、合分波器において信号波長帯域の通過特性は平坦で、他の波長のチャンネル信号に対しては十分に抑圧して、図12(2)に示すアイソレーションを確保する必要がある。

るが、上述したように伝送容量を拡大するためには、波長間隔を狭め高密度にした波長多重光伝送方式が採用されるので、波長間隔が狭まることに伴って両者は両立しにくくなる。また、分岐／挿入ノードの介在により、光信号が通過する光部品点数が増加し、変調帯域内の非平坦通過特性が加重されて深刻になってしまうことになる。

#### 【0010】

このような通過特性の非平坦性は、部品の個別特性や光信号の波長と部品の通過特性の相対関係に依存するため、一定の特長があるというのではなく、従来はこのような課題に対して部品スペックを厳しくしたり、部品通過数を制限したり、或いは伝送品質劣化（ペナルティ）の許容などで対応するのが通常であった。

#### 【0011】

したがって本発明は、上記の課題に鑑み、光信号変調帯域内においても平坦な伝送路通過特性を保つことができる光伝送方式を提供することを目的とする。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するため、本発明に係る光伝送方式は、光信号を分岐する分岐部と、該分岐した光信号の各チャネル毎の変調帯域内のスペクトルをモニターするモニター部と、該スペクトルから伝送路の通過特性の非平坦性を検出する制御部と、該光信号に対して該非平坦性を補償する補償部と、を備えたことを特徴としている。

#### 【0013】

すなわち本発明では、分岐部で分岐した光信号のスペクトルを、各チャネル毎にその変調帯域内でモニター部がモニターする。

そして、制御部は、モニター部でモニターしたスペクトルが、伝送路の通過特性の平坦性を示しているか否かを検出し、非平坦性を示している場合には、補償部が、該光信号に対してその非平坦性を補償する。

#### 【0014】

このようにして、本発明では各チャネルの信号変調帯域内における伝送路通過



特性が平坦なものとなるため、光スペクトルの波形歪に基づく伝送品質の劣化を防ぐことが可能となる。

ここで、上記の補償部は、該光信号の受信側又は送信側に設けることができる。

#### 【0015】

また上記のモニター部に光スペクトルアナライザを用い、上記の制御部が、該光スペクトルアナライザをスイープして得られるピーク波長を中心にスペクトルの一次傾斜を求めることにより上記の非平坦性を検出することができる。

すなわち、非平坦な場合には、中心波長から一定幅の光パワーは異なっており、一次傾斜を与えるので、この一次傾斜を上記の通過特性の非平坦性として求めればよい。

#### 【0016】

また上記のモニター部としては、該分岐部からの光信号をさらに分岐させるカップラと、該カップラからの光信号をスイープしてピーク波長を中心に一定波長幅だけ離れた光信号成分をそれぞれが抽出する二つの波長可変フィルタと、各波長可変フィルタの出力光信号のパワーを検出して該制御部に与える二つのフォトダイオードとで構成することができる。

#### 【0017】

これは、上記の光スペクトルアナライザの代わりに、二つの波長可変フィルタを用いたものである。

上記の構成において、光信号に対してモニター用に所定周波数の強度変調を加える変調部を送信側に設け、上記の波長可変フィルタを、該所定周波数に対応した該一定波長幅だけ該ピーク波長から離れた光信号成分を抽出するように設定してもよい。

#### 【0018】

すなわち、上記の構成では、受信信号の如何は問わずに光スペクトルを求めているが、送信側でモニター用の信号を送り、これを上記の二つの波長可変フィルタで検出すれば、より精度の高い、ピーク波長から一定波長幅だけ離れた光信号成分を抽出できることになる。

## 【0019】

さらには、光信号に対してモニター用に所定周波数の強度変調を加える変調部を送信側に設け、該分岐部にヘテロダイン検波を行うためのレーザダイオードを接続し、該モニター部を、該分岐部からのヘテロダイン検波された波長の光信号を入力するフォトダイオードと、該フォトダイオードから出力された電気信号をスイープして得られるピーク周波数を中心に一定周波数幅だけ離れた少なくとも二つの電気信号のパワーを求めて該制御部に与える電気スペクトルアナライザとで構成してもよい。

## 【0020】

この場合には、上記のように光スペクトルアナライザを用いて光スペクトル検出を行う代わりに、光信号を電気信号に変換し、電気スペクトルアナライザにより電気スペクトルを求め、これに基づいて通過特性の非平坦性を求めている。

また、光信号に対してモニター用に所定周波数の強度変調を加える変調部を送信側に設け、該分岐部にヘテロダイン検波を行うためのレーザダイオードを接続し、該モニター部を、該分岐部からのヘテロダイン検波された波長の光信号を入力するフォトダイオードと、該フォトダイオードから出力された電気信号をスイープして得られるピーク周波数を中心に一定周波数幅だけ離れた電気信号成分をそれぞれが抽出する二つの電気フィルタと、各電気フィルタの出力信号のパワーを求めて該制御部に与える二つの電力計とで構成してもよい。

## 【0021】

これは、上記の電気スペクトルアナライザの代わりに二つの電気フィルタを用いたものである。

上記のモニター部としては、各フォトダイオードの出力レベル差を検出する比較器を含み、該制御部が、該比較器の出力レベルが零になるように該補償部を制御してもよい。

## 【0022】

また上記の受信側は、任意の中間ノードでもよく、受信機が存在する受信端でなくてもよい。

また上記の補償部としては、可変通過特性補償器を用いることができる。

**【0023】****【発明の実施の形態】**

図1は、本発明に係る光伝送方式の実施例[1]を示したものである。この実施例[1]においては、図12(1)に示した従来構成例を用いるとともに、分波器CW2と受信機Rxとの間に、補償部を構成する可変通過特性補償器11と分岐部を構成するカップラ12とを直列接続し、カップラ12で分岐させた光信号をモニター部13に与え、このモニター部13は制御部14の制御を受けて、そのモニター出力を制御部14に与えることにより、制御部14は可変通過特性補償器11を制御する構成を採っている。

**【0024】**

なお、このような可変通過特性補償器11とカップラ12とモニター部13と制御部14から成る構成は、分波器CW2によって分波される各チャネル毎の光信号に対して設けられるものであるが、図面を簡略化するため1チャネル分のみ示されている。

**【0025】**

より具体的には、この実施例[1]における可変通過特性補償器11に入力する前、すなわち補償前の光スペクトルは、同図(A)に示すように（図12(2)にも示したように）右肩上がりの非平坦な伝送路通過特性になっているが、これをモニター部13でモニターしたとき、このモニター結果に基づいて当該チャネルの光スペクトルから通過特性が非平坦であると制御部14が判定した場合には、制御部14が可変通過特性補償器11を同図(B)に示すような補償器通過特性に制御することにより、同図(A)の通過特性と同図(B)の通過特性とが合成された結果、同図(C)に示すような補償後の平坦な通過特性が得られることになる。

**【0026】**

これにより、変調帯域内の光スペクトルは歪を伴わない正常な状態となる。

図2には、図1に示したモニター部13の実施例(1)が示されている。この実施例では、モニター部13として光スペクトルアナライザ13\_1を用いている。このような光スペクトルアナライザを用いて変調帯域内の通過特性の非平坦性を補償する動作を図3を参照して以下に説明する。

**【0027】**

まず、光スペクトルアナライザ13\_1は、カプラ12によって分岐された光信号を入力するが、制御部14の制御により、光スペクトルをスイープする。制御部14はこのスイープ結果により、図3(1)に示すピーク波長 $\lambda_0$ を検出する。

このピーク波長 $\lambda_0$ を検出した制御部14は、ピーク波長 $\lambda_0$ を中心に一定波長幅 $\Delta\lambda$ だけ離れた波長 $\lambda_1$ 及び $\lambda_2$ の光スペクトル強度（光パワー）を測定する。この場合の各パワーをP1及びP2とする。

#### 【0028】

そして、制御部14は、このパワーP1及びP2から、光スペクトルの一次傾斜を下記の式により求める。

$$\Delta K = (P1 - P2) / 2\Delta\lambda \text{ (dB / nm)} \quad \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

そして、このようにして求めた一次傾斜 $\Delta K$ を、同図(1)に示す許容値Klimitと比較し、許容値以上( $|\Delta K| > Klimit$ )であれば、次のようにして補償量を求めるが、許容値Klimit以下であれば（同図(4)もこれに相当する。）これ以上の制御は行わない。

#### 【0029】

一次傾斜 $\Delta K$ が許容値Klimit以上であれば、制御部14は可変通過特性補償器11において補償すべき補償量として $-\Delta K$ を求める。このときの補償器11の通過特性が同図(3)に示されている。

したがって、制御部14から補償器11に対し、補償量 $-\Delta K$ の一次傾斜を発生させるように制御を行えばよい。

#### 【0030】

この場合、可変通過特性補償器11の通過特性は、同図(2)に示すように、初期値IL1の平坦な特性を有しているので、このような補償器11に対して制御部14が同図(3)に示すような通過特性に制御すれば、結果として、補償後の通過特性は平坦となり、同図(4)に示すような歪の無い光スペクトルが得られることになる。

#### 【0031】

図4には、図1に示したモニター部13の実施例(2)が示されている。この実施例では、同図(1)に示すように、カプラ12で分岐された光信号をさらに二分岐する

ためのカプラ13\_2を設け、このカプラ13\_2から出力された二つの光信号をそれぞれ入力して同図(2)に示すような波長 $\lambda_2$ 及び $\lambda_1$ の光信号成分を抽出する波長可変光フィルタ(TF)13\_3及び13\_5と、これらの光フィルタ13\_3及び13\_5の各光出力信号を電気信号に変換するフォトダイオード(PD)13\_4及び13\_6とで構成されている。

#### 【0032】

なお、点線で図示しているように、これらのフォトダイオード13\_4及び13\_6の出力信号は制御部14に送られるとともに、光フィルタ13\_3及び13\_5は制御部14によって制御を受けるように接続されている。

このようなモニター部の実施例(2)の動作を図5を参照して以下に説明する。

#### 【0033】

まず、波長可変光フィルタ13\_3及び13\_5は、カプラ13\_2からの光信号を入力し、制御部14からの制御により、それぞれピーク波長 $\lambda_0$ を検出する。

このため、図5(1)に示すように、制御部14が、光フィルタ13\_3及び13\_5のフィルタリング中心波長 $\lambda_c$ を短波長側又は長波長側からスイープ制御する。この場合、NRZ (NonReturn to Zero)変調であれば、光信号のスペクトルは同図(2)に示すように中心波長 $\lambda_0$ で最大パワーを示すので、この最大パワーを各光フィルタ13\_3及び13\_5において測定する。

#### 【0034】

したがって、光フィルタ13\_3及び13\_5はいずれも共通にピーク波長 $\lambda_0$ を検出するが、いま必要とするのは、中心波長 $\lambda_0 \pm \Delta\lambda$ におけるパワーであるので、制御部14は、光フィルタ13\_3に対しては、図4(2)に示したように中心波長 $\lambda_0$ から $\Delta\lambda$ だけ長波長側に離れた波長 $\lambda_2$ における光信号成分を抽出するように制御し、光フィルタ13\_5に対しては、逆に中心波長 $\lambda_0$ から $\Delta\lambda$ だけ短波長側に離れた光信号成分を抽出するようにスイープ制御を行う。

#### 【0035】

この結果、フォトダイオード13\_4及び13\_6には、それぞれ、光フィルタ13\_3からの波長 $\lambda_2$ における光信号成分と、光フィルタ13\_5からの波長 $\lambda_1$ における光信号成分が入力されることとなる。そして、フォトダイオード13\_4及び13\_6は、そ

れぞれの入力レベルに対応した電気信号を制御部14出力する。

#### 【0036】

この結果、制御部14は、図2の実施例(1)と同様に、フォトダイオード13\_4及び13\_6の各出力パワーをP1及びP2としたときに、上記の式(1)と同様に光スペクトルの一次傾斜 $\Delta K$ が求められ、この一次傾斜 $\Delta K$ を許容値 $K_{limit}$ と比較し、許容値以上であれば補償器11に対する補償量を $-\Delta K$ として求めて制御量として与えればよいことになる。そして、この制御は一次傾斜 $\Delta K$ が許容値 $K_{limit}$ 以下になるまで繰り返されることも同様である。

#### 【0037】

上記の本発明の実施例[1]においては、送信側から特別な信号を送り込むことを前提にしておらず、このような場合でも、非平坦通過特性の検出及び補償は可能であるが、図6に示す本発明の実施例[2]の場合には、同図(1)に示すように予め送信側に変調部15を設け、送信信号（波長 $\lambda_0$ 、周波数 $f_0$ ）に対して周波数 $f_m$ の変調をかけ、これに基づいて上記と同様の非平坦通過特性の補償を行おうとするものである。

#### 【0038】

このため、同図(2)に示すように、送信信号に対して周波数 $f_m$ の変調をかけた場合、送信信号は、同図(2)に示すように、ピーク波長 $\lambda_0$ に対して、周波数 $f_m$ に対応する $\Delta\lambda$ （同図(3)参照）だけ離れた波長に変調波の光パワーが発生することになるので、このパワーを上述した各モニター部の実施例により抽出すればよいことになる。

#### 【0039】

すなわち、図2に示すモニター部の実施例(1)を用いた場合でも、図4に示すモニター部の実施例(2)を用いた場合でも、いずれも、図3(1)に示すようなスペクトルの一次傾斜 $\Delta K$ が求められ、この $\Delta K$ が許容値 $K_{limit}$ を越えている限り、補償量 $-\Delta K$ を補償器11に制御部14が与えることにより、図3(4)に示すような補償後の歪の無い光スペクトルが得られることになる。

#### 【0040】

図7は、図6(1)に用いられるモニター部13の実施例(3)を示している。この実施

例では、上記のモニター部の実施例(1)及び(2)が光スペクトルアナライザ又は光フィルタを用いているのに対し、この実施例(3)では電氣的なスペクトルアナライザを用いたものである。

#### 【0041】

すなわち、このモニター部13の実施例(3)の一例としては、図7(1)に示すように、カプラ12には、局部発振器としてのレーザダイオード120が接続されており、このレーザダイオード120からの光信号は波長 $\lambda_1$ （周波数 $f_1$ ）を有するため、フォトダイオード13\_7で受けた出力信号は同図(3)に示すように、周波数 $f_0-f_1$ の出力となる。

#### 【0042】

ただし、この実施例においては、図6(1)に示したように変調部15により送信信号が周波数 $f_m$ で強度変調されているので、このカプラ12から出力されるヘテロダイン検波後の電気スペクトルは、図7(2)に示すように周波数 $f_0-f_1$ を中心として周波数 $f_m$ 分両側に変調波の光パワーが生ずることとなる。

#### 【0043】

したがって、このカプラ12の出力信号をフォトダイオード13\_7により電気信号に変換した後、電気スペクトルアナライザ13\_8に送ると、この電気スペクトルアナライザ13\_8では図2に示した光スペクトルアナライザ13\_1と同様の動作を制御部14の制御下で行うことにより、制御部14からは上記と同様に補償量 $-\Delta K$ が補償器11に与えられることとなる。

#### 【0044】

また、図8に示すモニター部13の実施例(4)の場合には、図7(1)の電気スペクトルアナライザ13\_8の代わりに二つの電気フィルタ13\_9及び13\_10を用い、この出力信号を電力計13\_11及び13\_12を経由して制御部14に出力するものである。

すなわち、この図8に示すモニター部13の実施例は、電気フィルタ13\_9及び13\_10がそれぞれ図4(1)に示した光フィルタ13\_3及び13\_5に対応し、電力計13\_11及び13\_12が同じく図4(1)に示したフォトダイオード13\_4及び13\_6にそれぞれ対応したものとなっており、それぞれの違いは、図4の場合には光信号で処理を行うが、図8の場合には電気信号で処理している点が異なっているだけである。

## 【0045】

図9はモニター部13の実施例(5)を示したものである。この実施例では特に、図4(1)に示した実施例(2)において、フォトダイオード13\_4及び13\_6と制御部14との間に比較器13\_12を設け、フォトダイオード13\_4及び13\_6の出力信号を、比較器13\_12を経由して制御部14に送る点が異なっている。

## 【0046】

すなわち、このモニター部の実施例(5)の場合にはフォトダイオード13\_4及び13\_6の出力レベルの差を比較器13\_12で検出し、この出力レベル差を制御部14に与える。

制御部14は図9(2)に示すようないろいろな可変通過特性を内蔵しており、この比較器13\_12の出力信号をパラメータとして例えばその出力レベルが+側、すなわちフォトダイオード13\_4の出力レベルの方がフォトダイオード13\_6の出力レベルより高い場合には、可変通過特性補償器11に対して、右肩上がりの補償量( $\Delta K$ )を与え、逆の場合には右肩下がりの補償量( $-\Delta K$ )を与えるものである。

## 【0047】

上記の本発明の実施例[1]及び[2]の場合には、いずれも受信機Rxが設置されている受信端のみにおいて通過特性の補償を行っているが、図10に示す本発明の実施例[3]の場合には、可変通過特性補償器11を送信側、すなわちこの例では送信機Txと合波器CW1との間に設けている点が異なっている。

## 【0048】

このような実施例[3]の場合も、上記の実施例[1]及び[2]と全く同様に非平坦特性の補償を行うことができる。すなわち、分波器CW2における補償前の光スペクトル(B)に基づいてモニター部13及び制御部14が補償量を求めることにより、可変通過特性補償器11を通過特性(A)を有するように制御することで、補償後のスペクトル(C)が得られることになる。

## 【0049】

さらには、図11に示す実施例[4]に示すように、可変通過特性補償器11は、受信側又は送信側だけでなく、中間ノードN#1及びN#2においても同様に配置することができる。



すなわち、中間ノードN#1においても受信機Rxaを設け、この受信機Rxaの前にカプラ12aを設けるとともに、このカプラ12aからモニター部13aと制御部14aを介してカプラ12aと中間ノードN#1との間に設けた可変通過特性補償器11aを制御することにより、中間ノードN#1までの非平坦通過特性の補償が可能となる。

これは、中間ノードN#2についても同様であり、この場合には、図示のようにカプラ12bとモニター部13bと制御部14bと可変通過特性補償器11bとを設けることによりスペクトルの補償を実現している。

#### 【0050】

なお、上記の可変通過特性補償器としては、導波路型、Mems型、非相反素子を用いるマイクロオプティクス型など一般に用いられているデバイスを用いることが可能である。

(付記1)

光信号を分岐する分岐部と、

該分岐した光信号の各チャネル毎の変調帯域内のスペクトルをモニターするモニター部と、

該スペクトルから伝送路の通過特性の非平坦性を検出する制御部と、

該光信号に対して該非平坦性を補償する補償部と、

を備えたことを特徴とする光伝送方式。

(付記2) 付記1において、

該補償部を、該光信号の受信側又は送信側に設けたことを特徴とする光伝送方式。

(付記3) 付記1において、

該モニター部が、光スペクトルアナライザであり、該制御部が、該光スペクトルアナライザをスイープして得られるピーク波長を中心にスペクトルの一次傾斜を求めることにより該非平坦性を検出することを特徴とする光伝送方式。

(付記4) 付記1において、

該モニター部が、該分岐部からの光信号をさらに分岐させるカプラと、該カプラからの光信号をスイープしてピーク波長を中心に一定波長幅だけ離れた光信号成分をそれぞれが抽出する二つの波長可変フィルタと、各波長可変フィルタの出

力光信号のパワーを検出して該制御部に与える二つのフォトダイオードとで構成されていることを特徴とした光伝送方式。

(付記5) 付記4において、

該光信号に対してモニター用に所定周波数の強度変調を加える変調部を送信側に設け、各フィルタが該所定周波数に対応した該一定波長幅だけ該ピーク波長から離れた光信号成分を抽出するように設定されていることを特徴とする光伝送方式。

(付記6) 付記1において、

該光信号に対してモニター用に所定周波数の強度変調を加える変調部を送信側に設け、該分岐部にヘテロダイン検波を行うためのレーザダイオードを接続し、該モニター部が、該分岐部からのヘテロダイン検波された波長の光信号を入力するフォトダイオードと、該フォトダイオードから出力された電気信号をスweepして得られるピーク周波数を中心に一定周波数幅だけ離れた少なくとも二つの電気信号のパワーを求めて該制御部に与える電気スペクトルアナライザとで構成されたことを特徴とする光伝送方式。

(付記7) 付記6において、

該光信号に対してモニター用に所定周波数の強度変調を加える変調部を送信側に設け、該分岐部にヘテロダイン検波を行うためのレーザダイオードを接続し、該モニター部が、該分岐部からのヘテロダイン検波された波長の光信号を入力するフォトダイオードと、該フォトダイオードから出力された電気信号をスweepして得られるピーク周波数を中心に一定周波数幅だけ離れた電気信号成分をそれぞれが抽出する二つの電気フィルタと、各電気フィルタの出力信号のパワーを求めて該制御部に与える二つの電力計とで構成されたことを特徴とする光伝送方式。

(付記8) 付記4において、

該モニター部が、各フォトダイオードの出力レベル差を検出する比較器を含み、該制御部が、該比較器の出力レベルが零になるように該補償部を制御することを特徴とする光伝送方式。

(付記9) 付記2において、

該受信側が、任意の中間ノードであることを特徴とする光伝送方式。

(付記 10) 付記1から9のいずれか1つにおいて、

該補償部が、可変通過特性補償器であることを特徴とする光伝送方式。

#### 【0051】

#### 【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る光伝送方式によれば、分岐した光信号の各チャネル毎の変調帯域内のスペクトルをモニターし、このスペクトルから伝送路の通過特性の非平坦性を検出することで該光信号に対する該非平坦性を補償するように構成したので、波長多重光伝送システムにおいて、変調帯域内の非平坦通過特性を補償し、そこから発生する光スペクトルの波形歪による伝送特性劣化を防ぐことが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【図1】

本発明に係る光伝送方式の実施例[1]を示した図である。

#### 【図2】

本発明に係る光伝送方式で用いられるモニター部の実施例(1)を示したブロック図である。

#### 【図3】

図2に示したモニター部におけるスペクトルの傾斜測定と補償量の算出例を示した図である。

#### 【図4】

本発明に係る光伝送方式に用いられるモニター部の実施例(2)を示した図である。

#### 【図5】

本発明に係る光伝送方式で用いられるモニター部において中心波長の検出例を説明するための図である。

#### 【図6】

本発明に係る光伝送方式の実施例[2]を示した図である。

#### 【図7】

本発明に係る光伝送方式に用いられるモニター部の実施例(3)を示した図である。

【図8】

本発明に係る光伝送方式に用いられるモニター部の実施例(4)を示した図である。

【図9】

本発明に係る光伝送方式に用いられるモニター部の実施例(5)を示した図である。

【図10】

本発明に係る光伝送方式の実施例[3]を示した図である。

【図11】

本発明に係る光伝送方式の実施例[4]を示した図である。

【図12】

従来技術による光伝送方式を説明するための図である。

【図13】

図12に示した従来技術の問題点を説明するための図である。

【符号の説明】

- 11 可変通過特性補償器
- 12 カプラ
- 13 モニター部
- 14 制御部
- 13\_1 光スペクトルアナライザ
- 13\_3, 13\_5 波長可変光フィルタ
- 13\_4, 13\_6, 13\_7 フォトダイオード
- 15 変調部
- 13\_8 電気スペクトルアナライザ
- 13\_9, 13\_10 電気フィルタ
- 13\_11, 13\_12 電力計
- 120 レーザダイオード

Tx 送信機

Rx 受信機

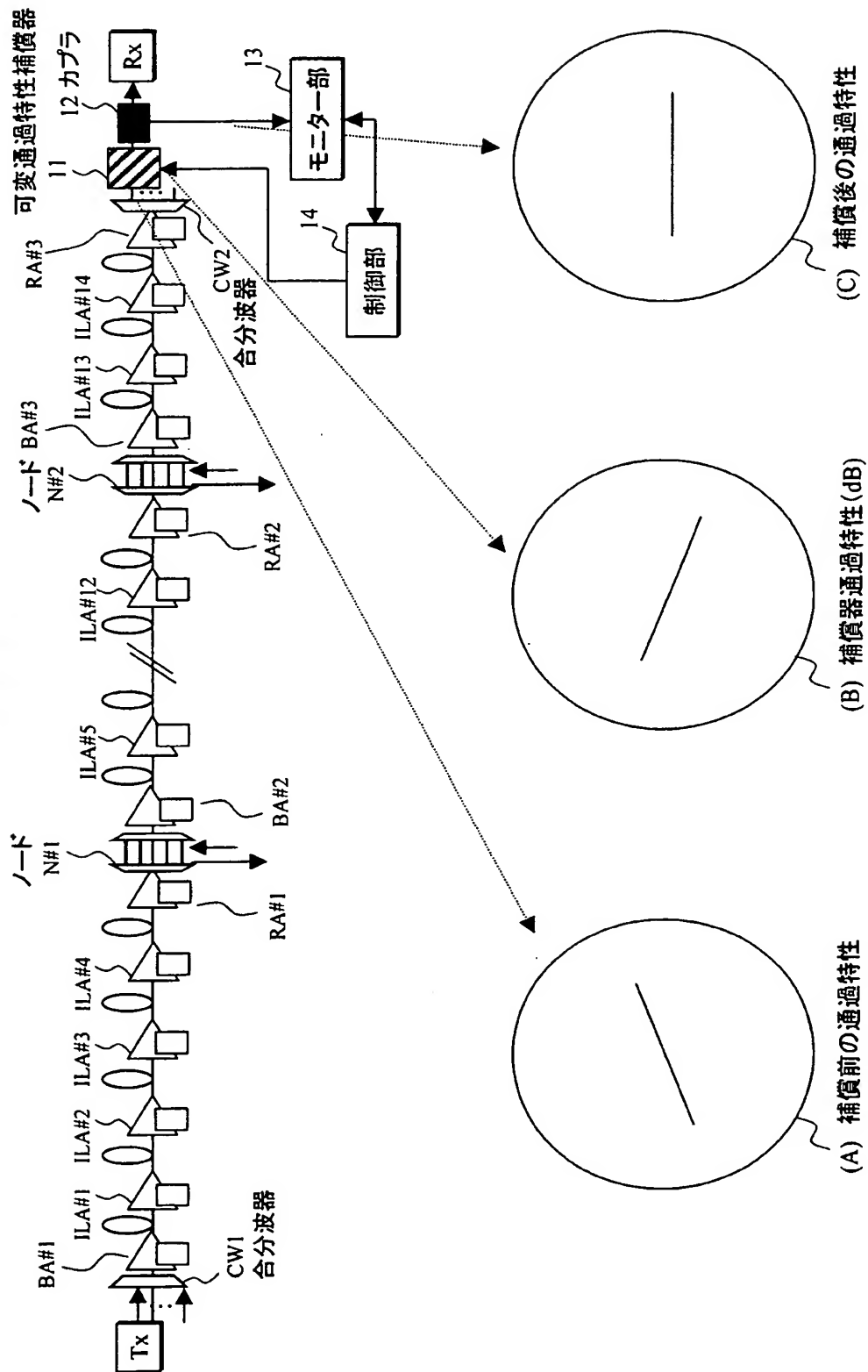
図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

【書類名】

図面

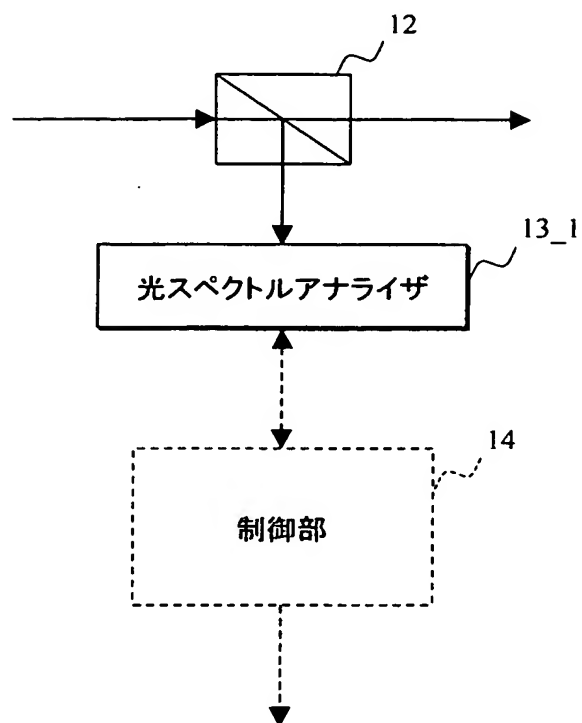
【図 1】

実施例 [1]



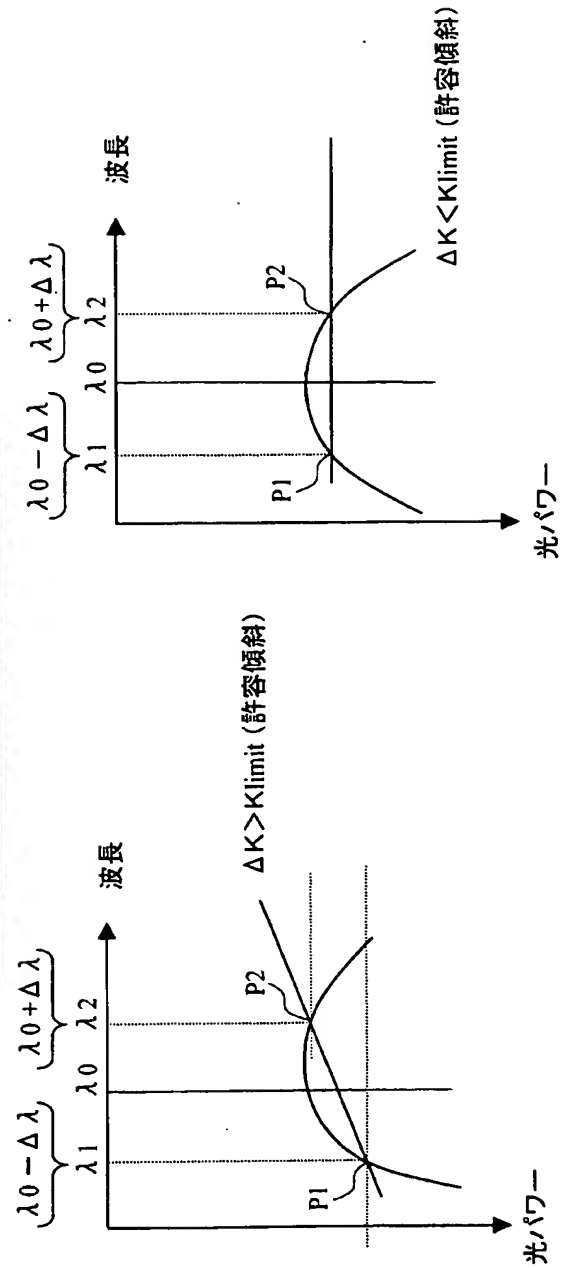
【図 2】

モニター部の実施例(1)



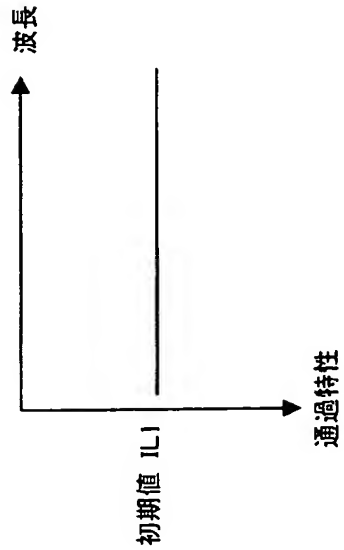
【図 3】

スペクトルの傾斜測定と補償量の算出例

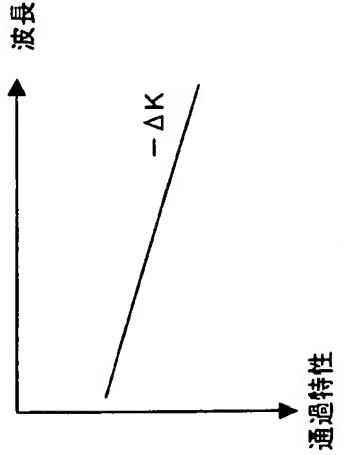


(1) 補償前の光スペクトル

(4) 補償後の光スペクトル



(2) 補償器の通過特性

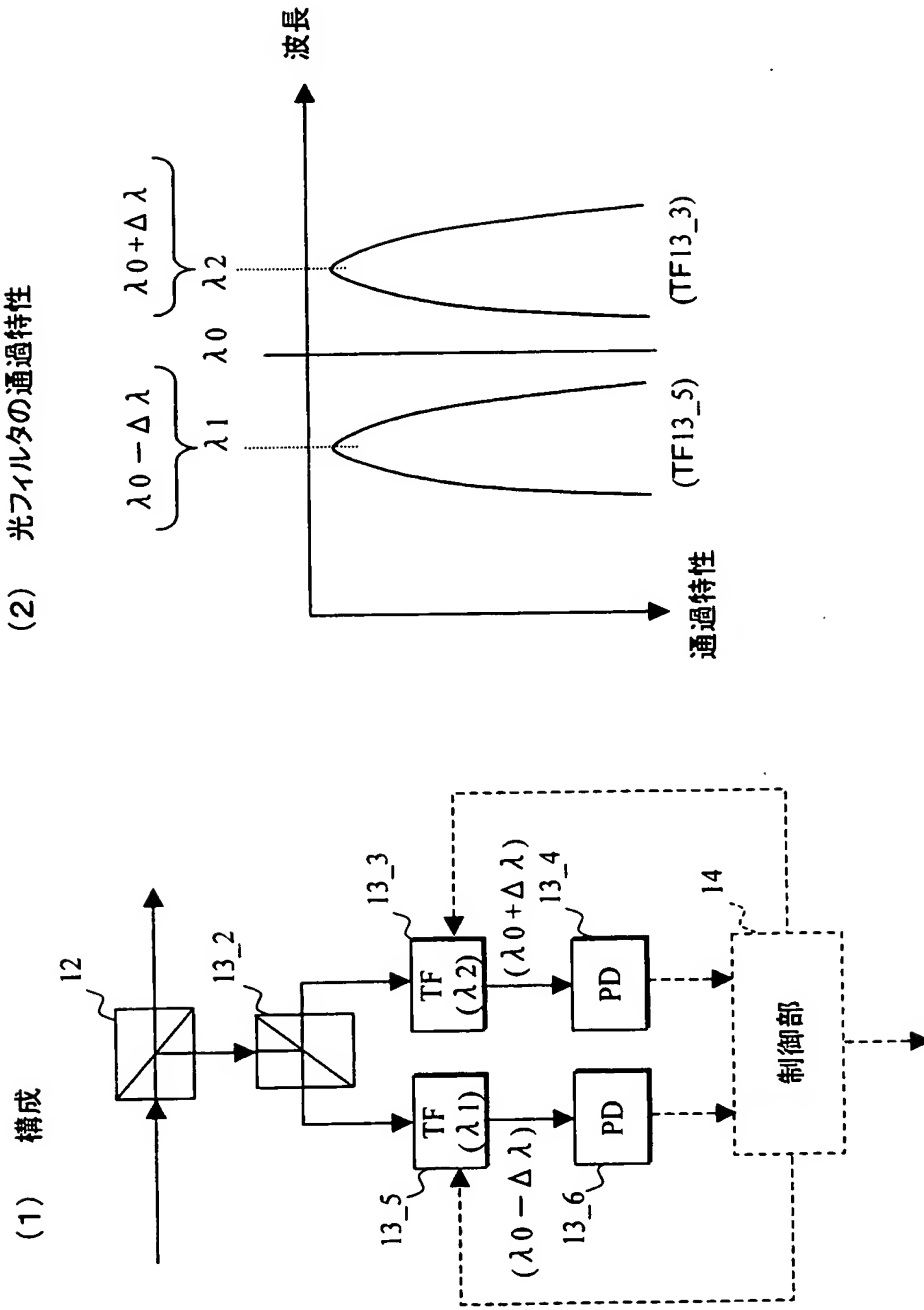


(3) 補償器の通過特性



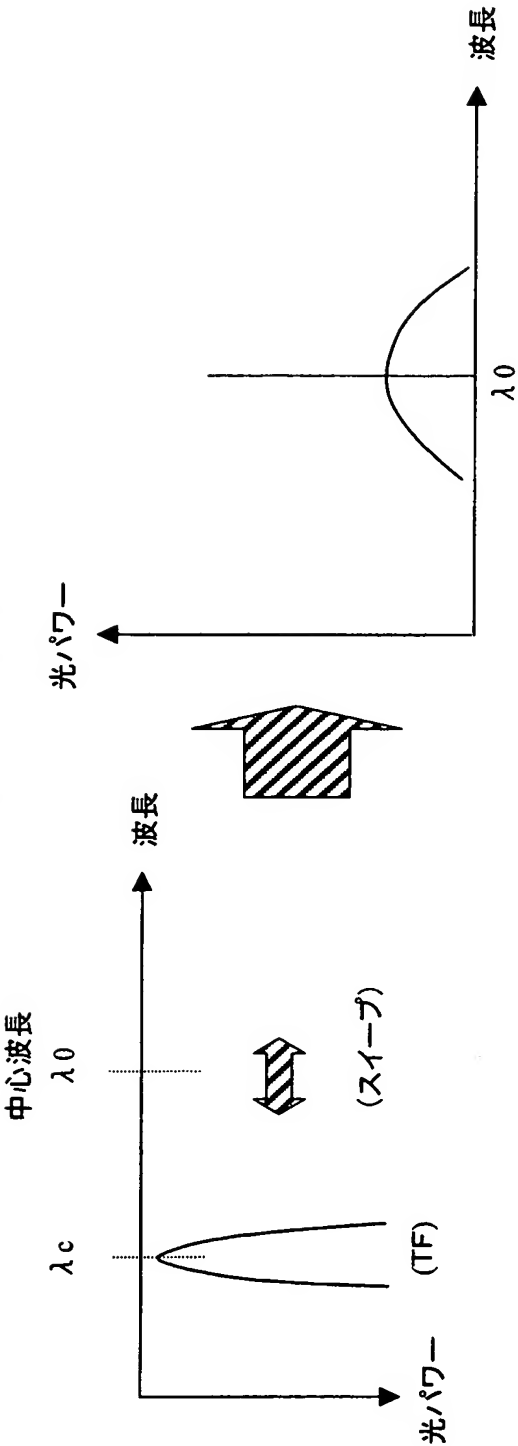
【図 4】

モニター部の実施例(2)



【図 5】

中心波長の検出例

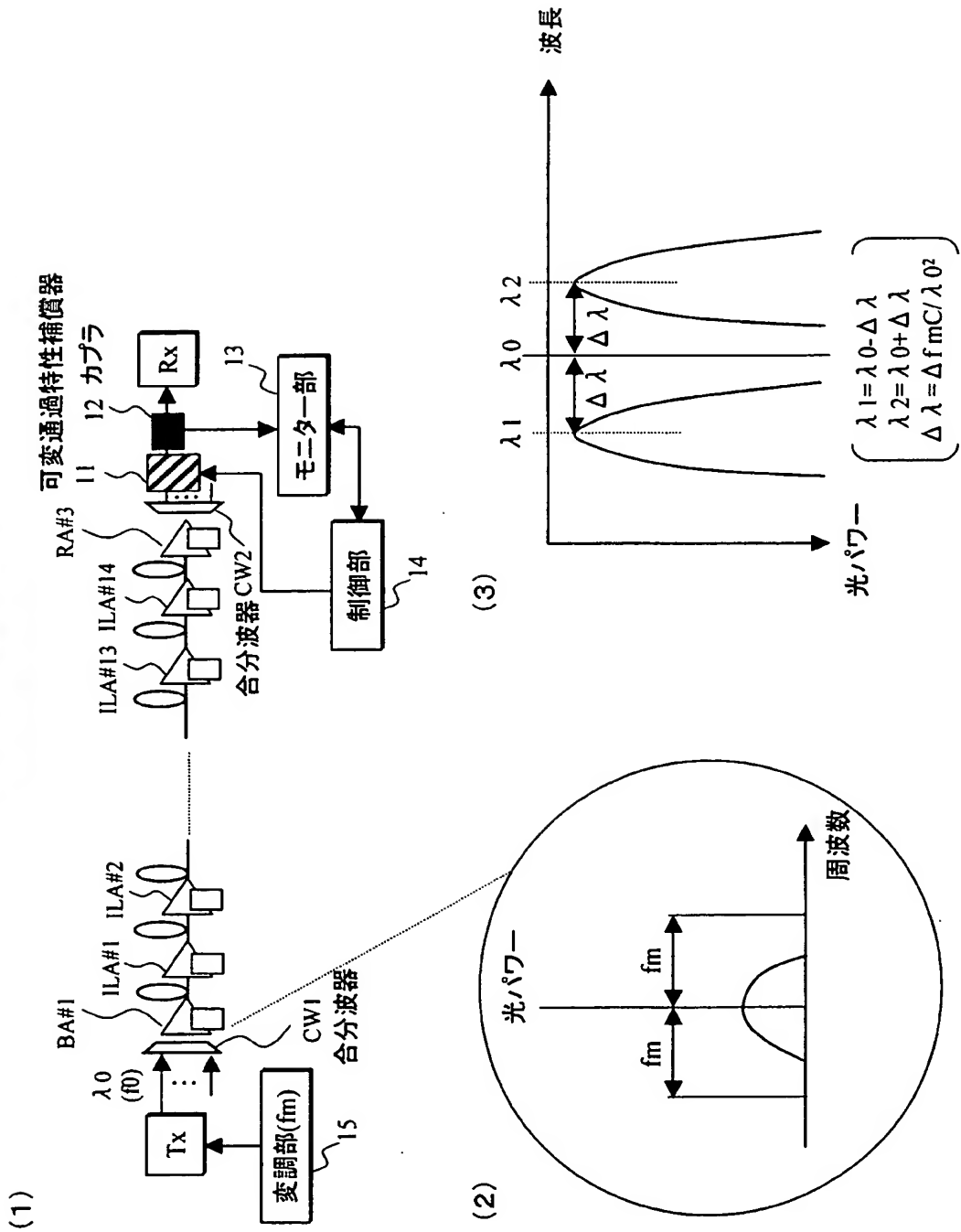


(1) 波長可変光フィルタ(TF)のスweep

(2) 信号スペクトル

【図 6】

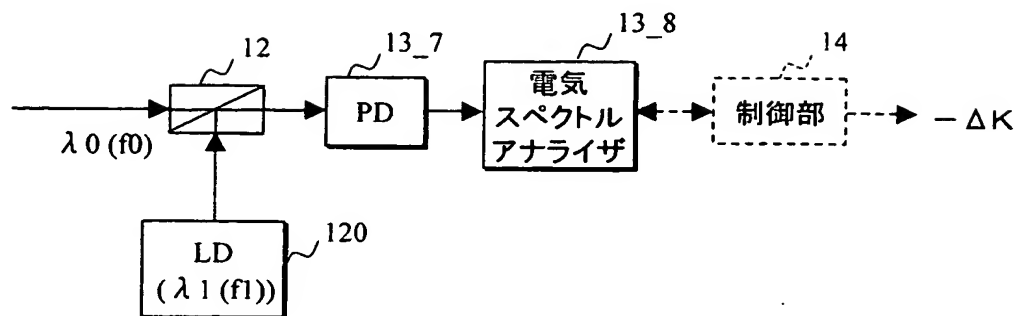
実施例 [2]



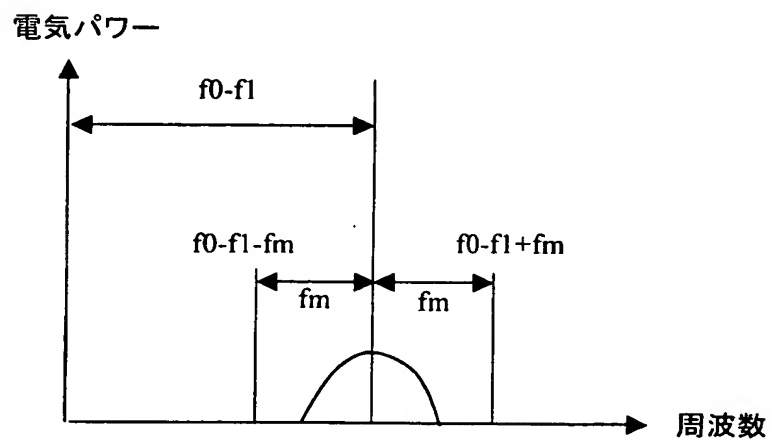
【図 7】

モニター部の実施例(3)

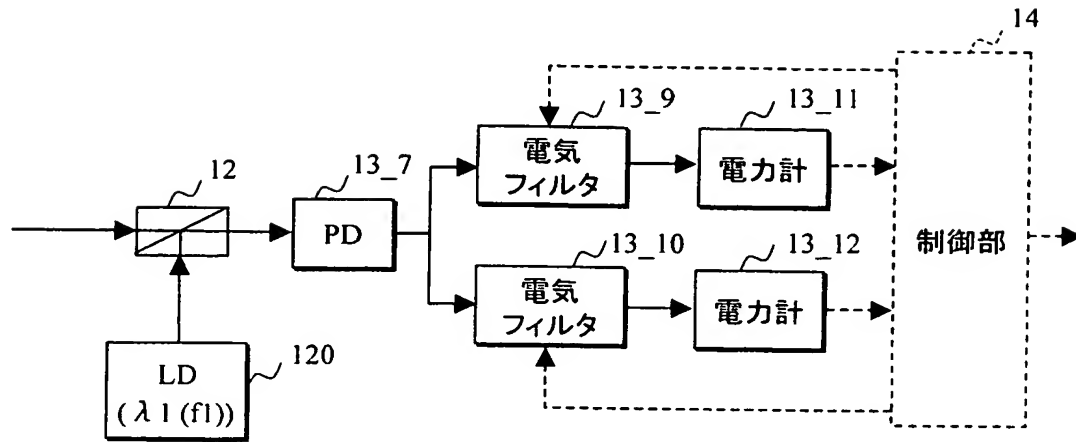
(1)



(2) ヘテロダイン検波後の電気スペクトル

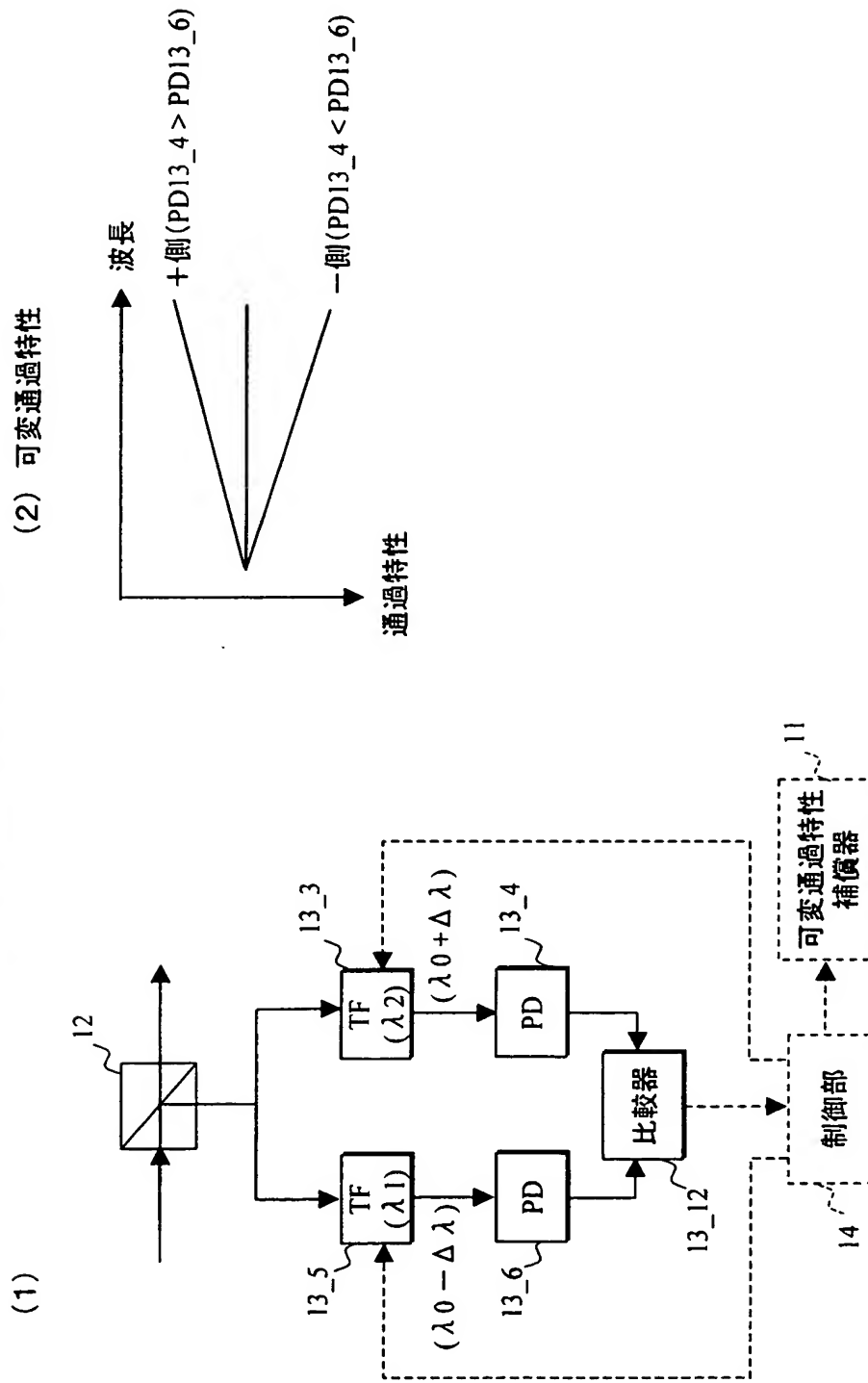


【図 8】

モニター部の実施例(4)

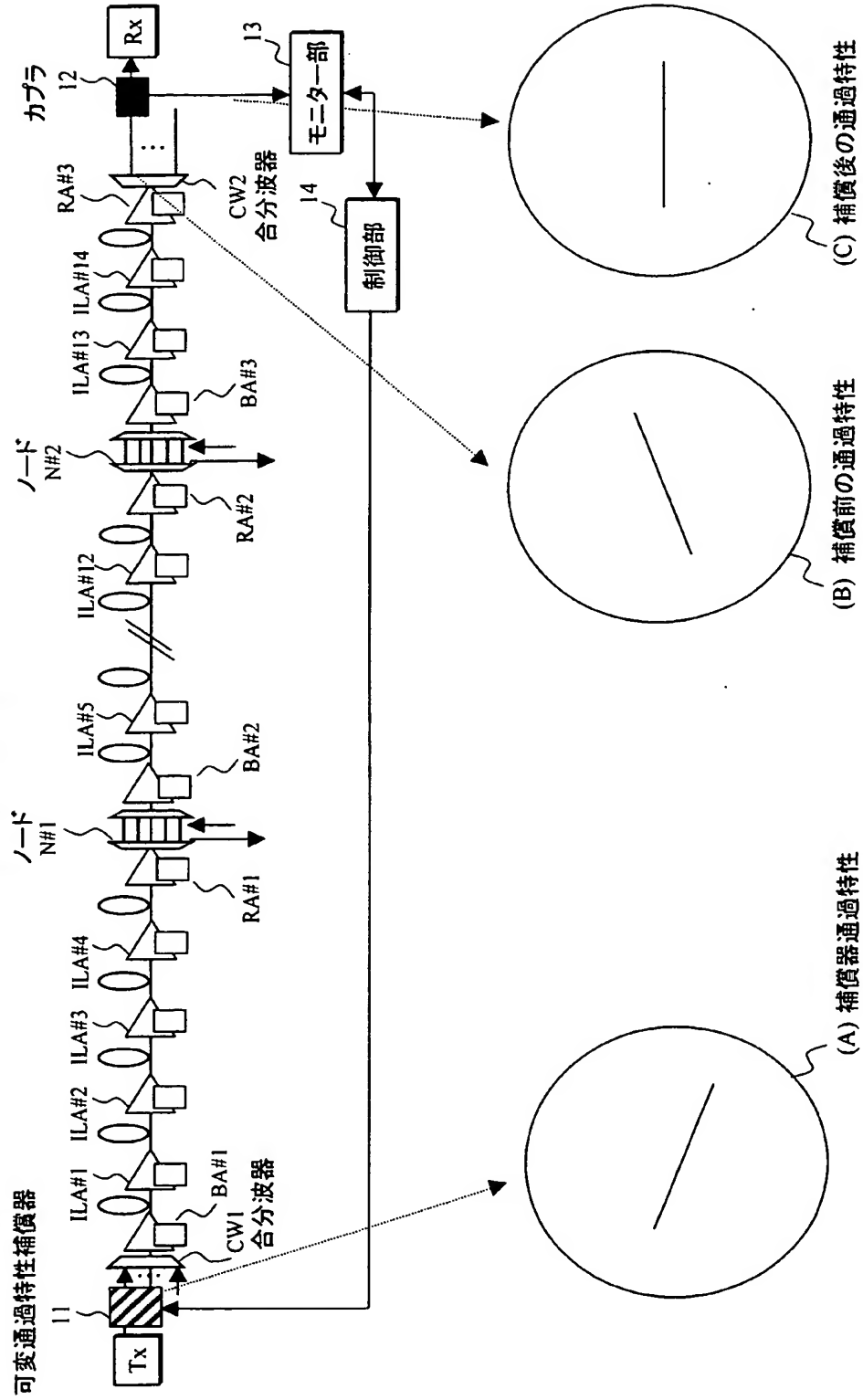
【図 9】

モニタ一部の実施例(5)



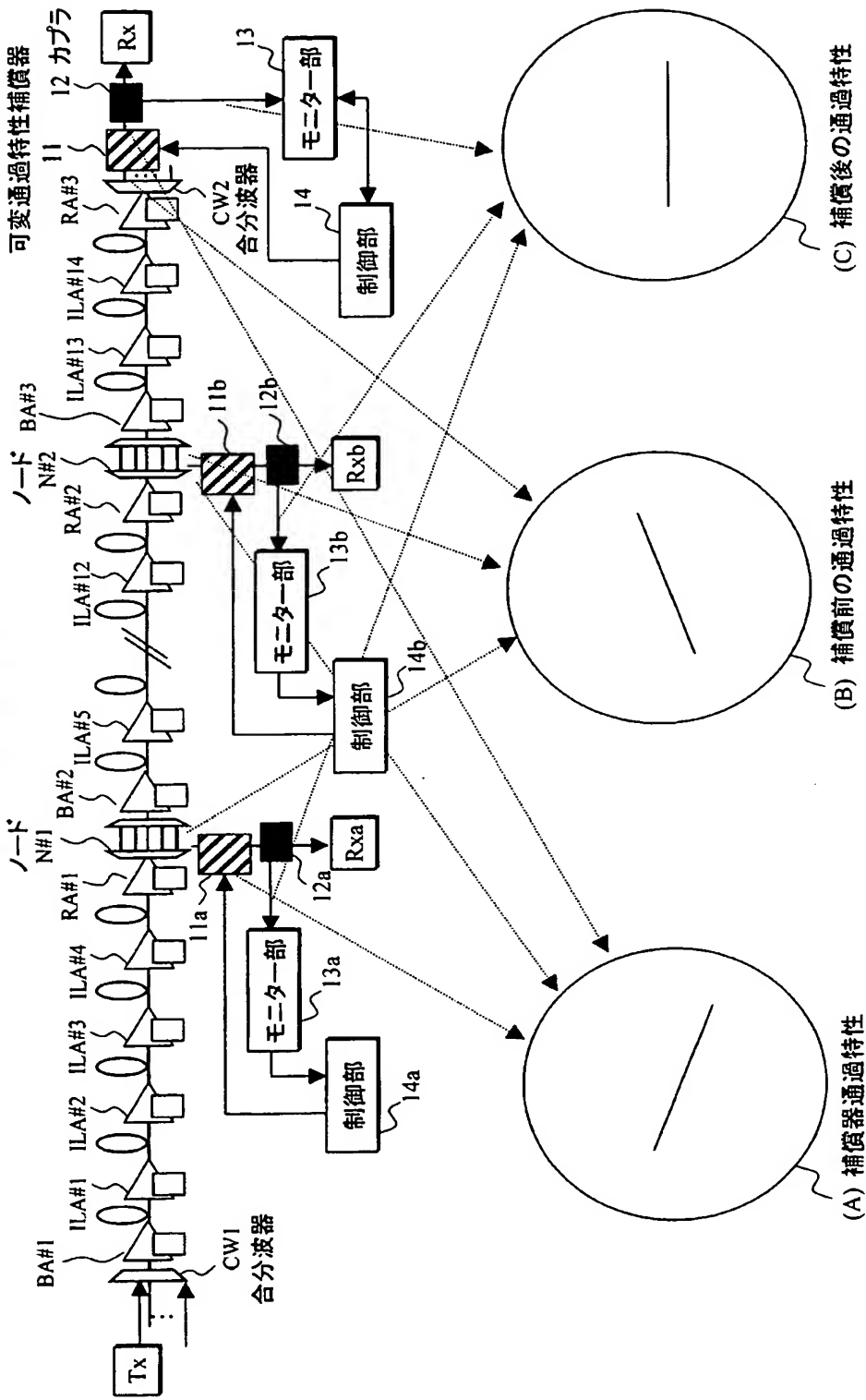
【図 10】

実施例 [3]



【図 11】

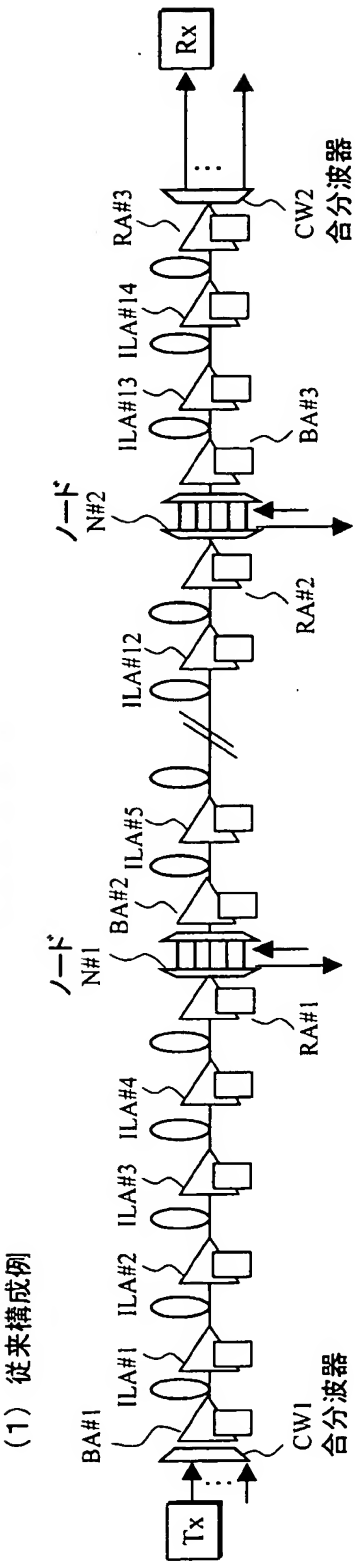
実施例 [4]



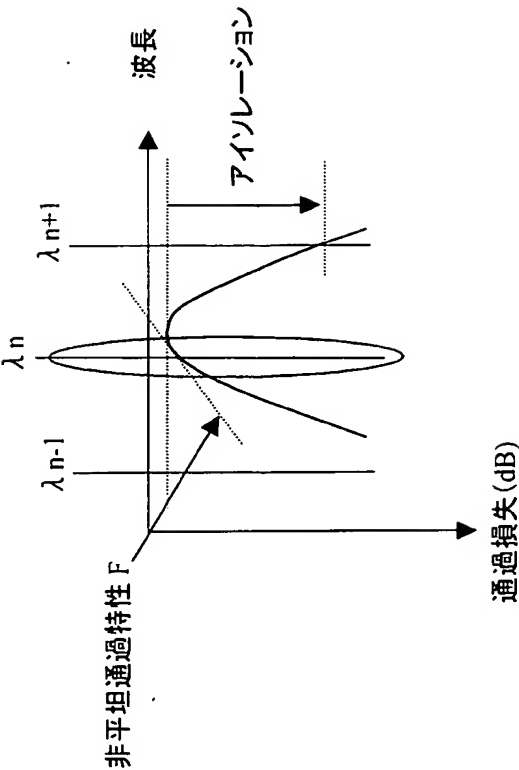


【図 12】

従来技術

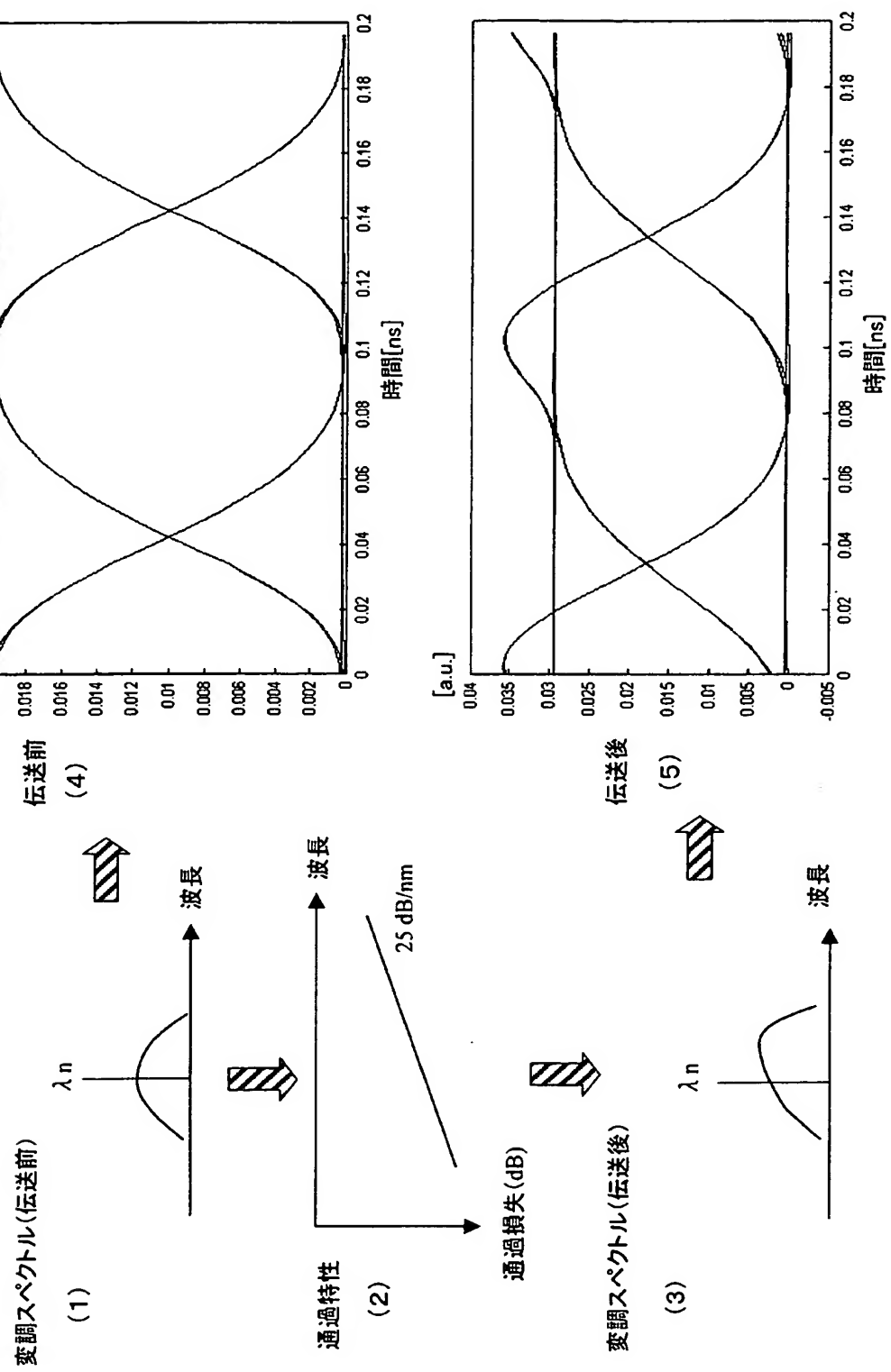


(2) 送信端から受信端までの通過特性



【図 13】

従来の問題点



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光信号変調帯域内においても平坦な通過特性を保つことができる光伝送方式を提供する。

【解決手段】 分岐した光信号の各チャネル毎の変調帯域内のスペクトルをモニターし、このスペクトルから伝送路の通過特性の非平坦性を検出することで該光信号に対する該非平坦性を補償する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 0 7 2 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 2 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社